

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑯ DE 100 53 334 A 1

⑮ Int. Cl. 7:

B 60 R 16/02

G 05 B 23/00

DE 100 53 334 A 1

⑯ Aktenzeichen: 100 53 334.5  
⑯ Anmeldetag: 27. 10. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 8. 5. 2002

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

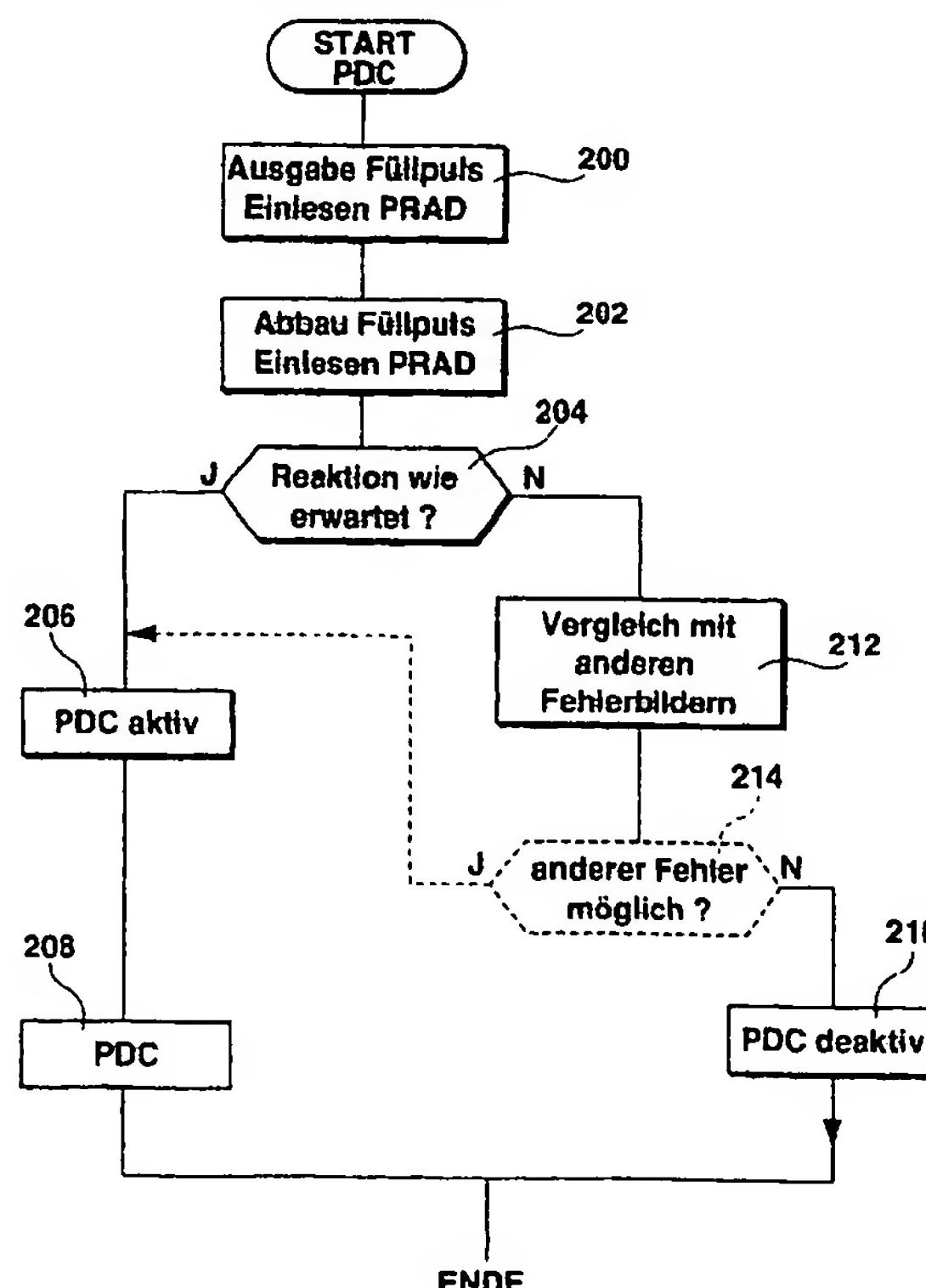
⑯ Erfinder:

Beck, Harald, 97072 Würzburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung eines Stellelements in einem Fahrzeug

⑯ Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Stellelements in einem Fahrzeug vorgeschlagen, bei welchem zu vorgegebenen Betriebszuständen ein Selbsttest durch Ansteuerung des Stellelements durchgeführt wird. Vor Durchführung des Selbsttests wird eine Ansteuersignalgröße vorbestimmter Größe an das Stellelement gesandt, welche zu einer vorbestimmten Auslenkung des Stellelements führt und danach das Stellelement wieder in seine Ausgangslage zurückführt.



DE 100 53 334 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Stellelements in einem Fahrzeug.

[0002] In Fahrzeugen werden zunehmend elektrisch betätigbare Stellelemente eingesetzt, die zur Beeinflussung wenigstens einer Betriebsgröße des Fahrzeugs angesteuert werden. Im Rahmen der Sicherheitsüberwachung solcher Steuerungen sind aktive Tests bekannt, bei welchen das Stellelement bei Eintritt einer vorgegebenen Betriebsbedingung aktiv angesteuert wird, um aus seiner Reaktion oder der Reaktion wenigstens einer von ihm beeinflussten Betriebsgröße eine Fehlfunktion des Stellelements, seiner Komponenten, seiner elektronischen Steuerung, etc. abzuleiten. Als Beispiel sei für die Motorsteuerung der aktive Test eines Stellelements zur Einstellung der Luftzufuhr zu einer Brennkraftmaschine genannt, welcher beispielsweise in der DE 34 35 465 A (DS-Patent 4 601 199) dargestellt ist. Bezuglich einer Radbremsensteuerung wird ein derartiger aktiver Test z. B. in der DE 198 07 367 A beschrieben. Diese Tests können auch als sogenannte PreDriveChecks ausgeführt sein, d. h. die aktive Betätigung des Stellelements zu Testzwecken findet vor dem eigentlichen Fahrtbeginn, beispielsweise bei Drehen des Zündschlüssels oder bei vorliegenden anderer Freigabebedingungen statt.

[0003] Diese Freigabebedingungen sind nicht in allen Fällen für Nichteingeübte plausibel. Beispielsweise kann man sich als Freigabebedingung für einen aktiven Test auch das Ent sperren der Wegfahrsperre oder das Öffnen der Fahrtüre vorstellen. Arbeiten Monteure im Bereich der elektrisch gesteuerten Stellelemente, so können sich für sie störende Bewegungen der Stellelemente durch Aktivieren des Tests ergeben.

## Vorteile der Erfindung

[0004] Durch eine definierte Bewegung des elektrisch steuerbaren Stellelements vor Beginn eines aktiven Tests wird eine Person, welche im Bereich des Stellelements arbeitet, vor dem nachfolgenden aktiven Test gewarnt. Besonders vorteilhaft ist, dass die Stärke der Bewegung des Stellelements so bemessen ist, dass keine Gefährdung dieser Person besteht und doch eine deutliche Warnung der Person erfolgt.

[0005] Eine vorteilhafte Anwendung findet sich bei allen Systemen, bei denen elektrisch steuerbare Stellelemente sowohl im Steuerbetrieb als auch bei aktiven Tests betätigt werden. Derartige Systeme sind Motorsteuerungen, elektrisch gesteuerten Bremsystemen (elektrohydraulische, elekpneumatische oder elektromotorische Radbremsen), elektrisch gesteuerte Lenkungen, Fahrwerksystemen mit aktiver Dämpfung, etc.

[0006] Die Bewegung des Stellelements zur Warnung verbessert somit die Mensch-Maschine-Schnittstelle bei aktiven Systemen.

[0007] Besonders vorteilhaft ist, dass durch Beobachtung der Reaktion des Stellelements auf die Ansteuerung vor Aktivieren des eigentlichen aktiven Tests auf Servicearbeiten am Fahrzeug geschlossen werden kann. In einem solchen Fall wird dann in vorteilhafter Weise auf den vorgesehenen aktiven Test verzichtet.

[0008] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

[0009] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein Übersichtsblockschaltbild einer Steuereinrichtung zur Ansteuerung wenigstens eines elektrisch betätigbaren Stellelements am bevorzugten Ausführungsbeispiel einer Radbremssteuerung, während in Fig. 2 ein Flussdiagramm für das bevorzugte Ausführungsbeispiel dargestellt ist, welches die Vorgehensweise im Rahmen eines PreDriveChecks für eine Radbremse näher verdeutlicht.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0010] Das nachfolgend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel betrifft die Steuerung wenigstens einer Radbremse im Rahmen einer elektrohydraulischen Bremsanlage. Die beschriebene Vorgehensweise ist jedoch nicht auf diese Ausführung beschränkt, sondern wird auch im Rahmen elekpneumatischer oder elektromotorischer Bremsanlagen angewendet. Darüber hinaus findet die beschriebene Vorgehensweise Anwendung in allen den Fällen, in denen wenigstens ein Stellelement im Rahmen aktiven Tests betätigt wird. Derartige Stellelemente sind Stellelemente in Verbindung mit elektrischen Lenksystemen, Fahrwerksystemen (beispielsweise aktive Dämpfer) oder Drive-by-Wire-Anwendungen (z. B. E-Gas). Gemeinsam ist allen diesen Anwendungen die Vorgehensweise, dass vor Einleiten des aktiven Tests eine Ansteuerung des Stellelements für eine bestimmte Zeit mit dem Ziel einer bestimmten Auslenkung des Stellelements vorgenommen wird, wobei diese Ansteuerung derart bemessen ist, dass sie eine im Bereich des Stellelements arbeitende Person deutlich vor dem bevorstehenden aktiven Test warnt, gleichzeitig jedoch nicht so groß ist, dass diese Person gefährdet wird. Je nach Anwendung werden die nachfolgend beschriebenen Eingangs- und Ausgangssignale angepasst.

[0011] In einer bevorzugten Erweiterung wird wenigstens eine Betriebsgröße, die durch das Stellelement unmittelbar oder mittelbar beeinflusst wird, erfasst, anhand dieser Betriebsgröße die durch die Warnansteuerung ausgelöste Systemauslenkung erfasst und überprüft, ob die erfasste Systemauslenkung der durch die Warnansteuerung erwarteten entspricht. Ist dies nicht der Fall, so wird daraus abgeleitet, dass der nachfolgende aktive Test unterdrückt wird, während dann, wenn die erfasste Systemauslenkung der erwarteten entspricht, der aktive Test durchgeführt wird. Nach Abgabe der Warnansteuerung wird das System wieder in den Ausgangszustand zurückgeführt und der aktive Test gegebenfalls ausgeführt.

[0012] In Fig. 1 ist ein Übersichtsschaltbild einer Steuereinrichtung zur Steuerung wenigstens eines Stellelements einer elektrohydraulischen Radbremse dargestellt. Das Stellelement besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus einer Magnetventilanordnung (MV), durch deren Betätigung Druck in der Radbremse ausgebaut, abgebaut oder gehalten wird, und/oder einer Pumpe (42) zur Druckerzeugung. Die Steuereinrichtung steuert im Rahmen der Steuerfunktion in Abhängigkeit von ihr zugeführten Eingangsgrößen (zumindest eines Bremswunsches) das Stellelement sowie gegebenenfalls eine Pumpe an, durch welche der Druck in der Radbremse auf einen vom Fahrer oder von externen Steuersystemen vorgegebenen Drucksollwert eingeregelt wird.

[0013] Die elektrisch betätigbare Ventilanordnung (MV), die auch aus nur einem Ventil bestehen kann, sowie die Pumpe 42 werden von wenigstens einer elektronischen Steuereinheit 100 angesteuert. Sie umfasst dabei wenigstens einen Mikrocomputer 102, eine Eingangsschaltung 104,

eine Ausgangsschaltung 106 und ein diese Elemente verbindendes Bussystem 108 zum gegenseitigen Datenaustausch. Der Eingangsschaltung 104 sind Leitungen 50 und 54 von wenigstens zwei, die Bremspedalbetätigung erfassenden Messeinrichtungen 24 und 26 zugeführt. Ferner verbinden Eingangsleitungen 118 bis 124 die Eingangsschaltung 104 mit den jeder Radbremse zugeordneten Drucksensoren 30 bis 36. Ferner ist eine Eingangsleitung 140 vorgesehen, die von der Meßeinrichtung 46 zur Erfassung des Drucks im eigenen hydraulischen Speicher ausgeht. Weitere Eingangsleitungen 126 bis 128 verbinden die Eingangsschaltung 104 mit Meßeinrichtungen 130 bis 132 zur Erfassung weiterer Betriebsgrößen der Bremsanlage, des Fahrzeugs und/oder dessen Antriebseinheit. Derartige Betriebsgrößen sind beispielsweise die Radgeschwindigkeiten, gegebenenfalls das von der Antriebseinheit abgegebene Motormoment, Achslasten, der Druck in der Bremsleitung, etc. sowie die Größen, die zur Auslösung des aktiven Test (Predrive-check) ausgewertet werden (Zündung 'ein' Fahrertürkontakt, Status Wegfahrsperrre, etc.). An die Ausgangsschaltung 106 sind mehrere Ausgangsleitungen angeschlossen. Beispielhaft sind die Ausgangsleitungen dargestellt, über welche die Ventilanordnung (MV) der Radbremse(n) betätigt werden. Über eine weitere Ausgangsleitung 138 wird die Pumpe 42 angesteuert.

[0014] Vor Beginn des Fahrbetriebs, bei Vorliegen wenigstens einer vorbestimmten Bedingung, wird ein Selbsttest der Radbremsensteuerung vorgegeben, während der in einer vorgegebenen Reihenfolge Ansteuersignale zur Pumpe und/oder zu der oder den Ventilanordnungen ausgesandt werden, wobei anhand wenigstens einer Messgröße, insbesondere des Radbremsdrucks, ermittelt wird, ob die Ausgabe der Ansteuersignale zum gewünschten Ergebnis führen, d. h. ob diese Messgröße nach Abschluss der Aktion innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt. Je nach Ausführung wird dieser aktive Test bei Drehen des Zündschlosses, bei Entriegeln der Wegfahrsperrre, bei Öffnen der Fahrertür, bei Erkennung einer Belegung des Fahrersitzes, etc. eingeleitet. Vor Einleiten dieses aktiven Tests wird eine Ansteuerung des Stellelements im Sinne einer Warnung vorgenommen, welche zu einer deutlichen Auslenkung des Systems führt. Dabei werden bei einem Bremssystem vorzugsweise alle Radbremsen angesteuert. Nach Ausgabe der Warnansteuerung wird das Steuersystem wieder in den ursprünglichen Zustand vor Ausgabe der Warnansteuerung zurückgeführt, d. h. die aufgebaute Zuspannkraft bzw. Bremsdruck wird abgebaut. Erst danach findet der Aktivtest statt. Das Maß der Auslenkung des Stellelements und/oder die Auslenkgeschwindigkeit wird dabei an die Bedürfnisse jedes Systems angepasst. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der elektrohydraulischen Bremse hat es sich als geeignet erwiesen, eine Ansteuersignalgröße auszugeben, der die Ventilanordnungen der Radbremsen druckaufbauend ansteuert, wobei an den Rädern ein Bremsdruck von 2 bis 3 bar erzeugt wird. Dies entspricht Kräfte an der Radbremse von weniger als 300 N. Realisiert wird dies in einem Beispiel durch die Ausgabe eines Füllpulses, der eine vorgegebene Länge aufweist.

[0015] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist bei Ausgabe des Füllpulses nicht die bei derartigen Radbremsen übliche Bremsdruckregelung (Regelschleife) aktiv, sondern es wird lediglich eine gesteuerte Bremsdruckbeeinflussung vorgenommen. Dies bedeutet, dass der mit einer bestimmten Pulslänge ausgegebene Füllpuls lediglich zur Öffnung eines druckaufbauenden Ventils herangezogen wird, ohne dass ein Vergleich zwischen einem Solldruck und dem tatsächlichen Istdruck stattfindet, und ohne dass ein Regler einen Abgleich zwischen Soll- und Istwert herbeiführt. Dadurch wird

erreicht, dass anhand einer von dem Stellelement beeinflussten Betriebsgröße, beispielsweise dem Bremsdruck oder der Zuspannkraft, abgeleitet werden kann, ob die Ausgabe des Füllpulses zu der erwarteten Reaktion geführt hat, insbesondere zu der entsprechenden Änderung des Bremsdrucks oder der Kraft. Ist dies nicht der Fall, so kann daraus gefolgert werden, dass Werkstattarbeiten an den Radbremsen stattfinden. In diesem Fall wird die Ausführung des aktiven Tests unterdrückt.

- 10 [0016] Dabei ist jedoch zu beachten, dass auch eine Fehlfunktion des Stellelementes oder anderer Komponenten ein entsprechendes Fehlerbild ergeben kann. Daher wird das ermittelte Fehlerbild (z. B. kein Druckaufbau, zu niedriger Druckaufbau, etc.) mit einem Katalog vorgegebener Fehlerbilder verglichen. Beispielsweise wird bei fehlendem Druckaufbau auf ein defektes Druckaufbauventil zu schließen sein. In diesem Fall wird der Aktivtest nicht unterdrückt, sondern durchgeführt, um eine genaue Lokalisierung des Fehlers zu erreichen. Mit anderen Worten wird der Aktivtest nur dann unterdrückt, wenn die Reaktion auf den Füllpuls nicht die erwartete war und das ermittelte Fehlerbild keinem anderen Systemfehlerzustand entspricht.
- 15 [0017] Eine entsprechende Vorgehensweise wird bei anderen Steuersystemen mit elektrisch betätigbaren Stellelementen durchgeführt, beispielsweise bei Systemen zur elektrischen Lenkung, bei Fahrwerksystemen mit aktiven Dämpfern oder bei Motorsteuersystemen. Dabei wird anstelle eines Füllpulses eine entsprechende Ansteuersignalgröße ausgegeben, die so bemessen ist, dass sie zum einen eine deutliche Warnung an eine im Bereich des Stellelements arbeitende Person darstellt, zum anderen diese Person nicht gefährdet.
- 20 [0018] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Vorgehensweise ist anhand des Flussdiagramms der Fig. 2 dargestellt. Dieses beschreibt ein Programm des Mikrocomputers 102 der Steuereinheit 100. Das Programm wird bei Vorliegen der Bedingungen zum Starten des aktiven Tests eingelegt. Diese Bedingung kann wie oben erwähnt das Drehen des Zündschlüssels, das Öffnen der Fahrertür, das Entriegeln der Wegfahrsperrre, eine Sitzbelegungserkennung, etc. sein. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel einer elektrohydraulischen Radbremse wird vor Fahrtantritt ein sogenannter PreDriveCheck (PDC) durchgeführt. Liegt die vordefinierte Bedingung zum Start des PDC vor, so wird im ersten Schritt 200 ein Puls vorgegebener Länge an die druckabauenden Ventile ausgegeben (Füllpuls). Daraufhin wird der durch den Druckaufbau eingestellte Raddruck PRAD oder die aufgebrachte Zuspannkraft eingelesen. Daraufhin wird im darauffolgenden Schritt 202 ein Ansteuersignal an die druckabbauenden Ventile ausgegeben, welche den aufgebaute Bremsdruck wieder abbauen. Entsprechend wird auch hier der Radbremsdruck PRAD oder die Zuspannkraft ermittelt. Anstelle von zwei Messwerten nach Ausgabe des Füllpulses und nach Abbau des aufgebauten Bremsdrucks werden in einem anderen Ausführungsbeispiel mehrere Bremsdruckwerte während dieser Phase eingelesen und gespeichert, um einen zeitlichen Bremsdruckverlauf abzubilden. Im darauffolgenden Schritt 204 wird überprüft, ob die durch den Füllpuls ausgelöste Reaktion die erwartete Reaktion ist, d. h. ob der Bremsdruck nach Ausgabe des Füllpulses und/oder nach Abbau des aufgebauten Bremsdrucks vorbestimmten Werten entspricht bzw. ob der zeitliche Bremsdruckverlauf einem vorbestimmten Verlauf entspricht oder die zeitliche Änderung der Vorgabe entspricht. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 206 der PreDriveCheck (PDC) aktiviert und im darauffolgenden Schritt 208 durchgeführt. Ein Beispiel für einen solchen PreDriveCheck ist aus dem einangs genannten Stand der Technik bekannt. Nach Schritt

208 wird das Programm beendet und erst dann wieder eingeleitet, wenn die Bedingungen zur Aktivierung des PreDrive-Checks erneut vorliegen.

[0019] Hat Schritt 204 ergeben, dass die Reaktion auf den Füllpuls der Erwartung nicht entspricht, wird in einem Ausführungsbeispiel der PreDriveCheck gemäß Schritt 210 deaktiviert, d. h. nicht durchgeführt. Es wird dann davon ausgegangen, dass Servicearbeiten im Bereich der Radbremsen stattfinden, so dass keine Notwendigkeit für einen PreDrive-Check vorliegt. Nach Schritt 210 wird das Programm ebenfalls beendet. 10

[0020] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird im Falle einer Nein-Antwort im Schritt 204 im Schritt 212 das im Schritt 204 ermittelte Fehlerbild mit anderen, möglicherweise auftretenden Fehlerbildern verglichen. Wird beispielsweise erkannt, dass auf die Ausgabe des Füllpulses kein Druckaufbau stattfindet, so entspricht dieses Fehlerbild einem defekten Druckaufbauventil. Lässt sich der aufgebaute Bremsdruck nicht abbauen, so entspricht dies dem Fehlerbild eines nicht steuerbaren Druckaufbauventils. Durch Vergleich des ermittelten Fehlerzustandes mit den bei einem derartigen System auftretenden Fehlerbildern wird im Schritt 214 ermittelt, ob das im Schritt 204 erkannte Fehlerbild neben einem Hinweis auf Servicearbeiten auch einem anderen Fehler der Bremsanlage entsprechen könnte. Ist dies der Fall, wird aus Sicherheitsgründen der PreDrive-Check gemäß Schritt 206 aktiviert. Entspricht das ermittelte Fehlerbild keinem anderen Fehlerbild, so ist mit großer Sicherheit davon auszugehen, dass die nicht erwartete Reaktion eine Folge von Servicearbeiten an der Radbremse ist. Entsprechend folgt dann bei einer Nein-Antwort im Schritt 214 Schritt 210. 20 25 30

[0021] Diese Vorgehensweise findet angepasst auch bei anderen Bremssystemen (elektropneumatischen bzw. elektromotorischen Bremsanlagen) statt. Ebenso wird diese Vorgehensweise bei anderen Systemen mit elektrisch steuerbaren Stellelementen und aktivem Test eingesetzt, wie beispielsweise elektrische Dämpfersteuerungen, Lenkungssteuerungen, Drosselklappensteuerungen, etc. 35 40

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Stellelements in einem Fahrzeug, wobei ein elektrisches Ansteuersignal für das Stellelement in Abhängigkeit wenigstens eines Vorgabewertes erzeugt wird, wobei bei Vorliegen eines vorgegebenen Betriebszustandes ein aktiver Selbsttest stattfindet, in dessen Verlauf das Ausgangssignal zur Betätigung des Stellelements ausgegeben wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei Auftreten des vorgegebenen Betriebszustandes vor Einleiten des Selbsttests ein Ansteuersignal vorbestimmter Größe an das Stellelement ausgegeben wird und danach das Stellelement wieder in seine Ausgangslage zurückgeführt wird. 45 50

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement eine Ventilanordnung zur Steuerung des Bremsdrucks in einer Radbremse ist, ein Stellelement im Rahmen einer elektronisch gesteuerten Lenkung, ein Stellelement im Rahmen einer elektrischen Dämpfersteuerung oder ein Stellelement im Rahmen einer Motorsteuerung. 60

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Ansteuersignalgröße zu einer vorbestimmten Auslenkung des Stellelements führt. 65

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte

Ansteuersignalgröße so bemessen ist, dass eine erkennbare Auslenkung des Stellelementes und somit eine deutliche Warnwirkung erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Ausgabe der vorbestimmten Ansteuersignalgröße wenigstens einmal eine von dem Stellelement beeinflusste Betriebsgröße erfasst wird und anhand der Betriebsgröße überprüft wird, ob die erwartete Reaktion des Stellelements durch die vorgegebene Ansteuersignalgröße erfolgt ist. 5

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Selbsttest unterdrückt wird, wenn die Reaktion des Stellelements der Erwartung nicht entspricht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleich des ermittelten Fehlerbildes mit während des Betriebs des Stellelements auftretenden Fehlerbildern erfolgt, wenn die Reaktion des Stellelements der Erwartung nicht entspricht und der Selbsttest nur dann unterdrückt wird, wenn kein anderer Fehler des Stellelements möglich ist. 15 20

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Ansteuersignalgröße einen Druckaufbaupuls für eine Radbremse darstellt.

9. Vorrichtung zur Steuerung eines Stellelements in einem Fahrzeug, mit einer Steuereinheit, welche ein Ansteuersignal zur Betätigung des Stellelements abgibt, wobei die Steuereinheit in wenigstens einem vorgegebenen Betriebszustand einen Selbsttest durchführt, in dessen Verlauf Ansteuersignalwerte an das Stellelement ausgegeben werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit vor Durchführung des Selbsttests eine vorbestimmte Ansteuersignalgröße ausgibt, die zu einer vorbestimmten Auslenkung des Stellelements führt, und danach das Stellelement wieder in seine Ausgangslage zurückführt.

10. Programm mit Programmcodemitteln, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Rechnerelement ausgeführt wird.

11. Programmprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das Verfahren nach jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Rechnerelement ausgeführt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**Fig. 1**